Herramientas de ajuste y desclave de pernos de AIB

Participantes:

- Carlos Rabino
- Luis Cañizares
- Carlos Aciar
- Gastón Pedersen

Indice

Sumario

El proyecto de implementación de uso de herramientas de ajuste y desclave de pernos de AIB, surge como iniciativa de una acción correctiva a raíz de la investigación de un accidente ocurrido en el año 2006, donde a causa del aprisionamiento entre la maza y la llave de golpe, se produce la fisura de una falange de un operador de montaje de AIB (Ver Anexo 1)

El uso de estas herramientas permite la extracción y ajuste de la tuerca y el desclave del perno usando energías hidráulicas y neumáticas.-

Se compone de 3 partes principales que pueden ser transportadas en una camioneta liviana:

- Fuente de energía: suministra la energía hidráulica y neumática
- Llave hidromecánica: para ajuste y desajuste de tuercas de pernos
- Golpeador neumático: para desclave del perno cónico

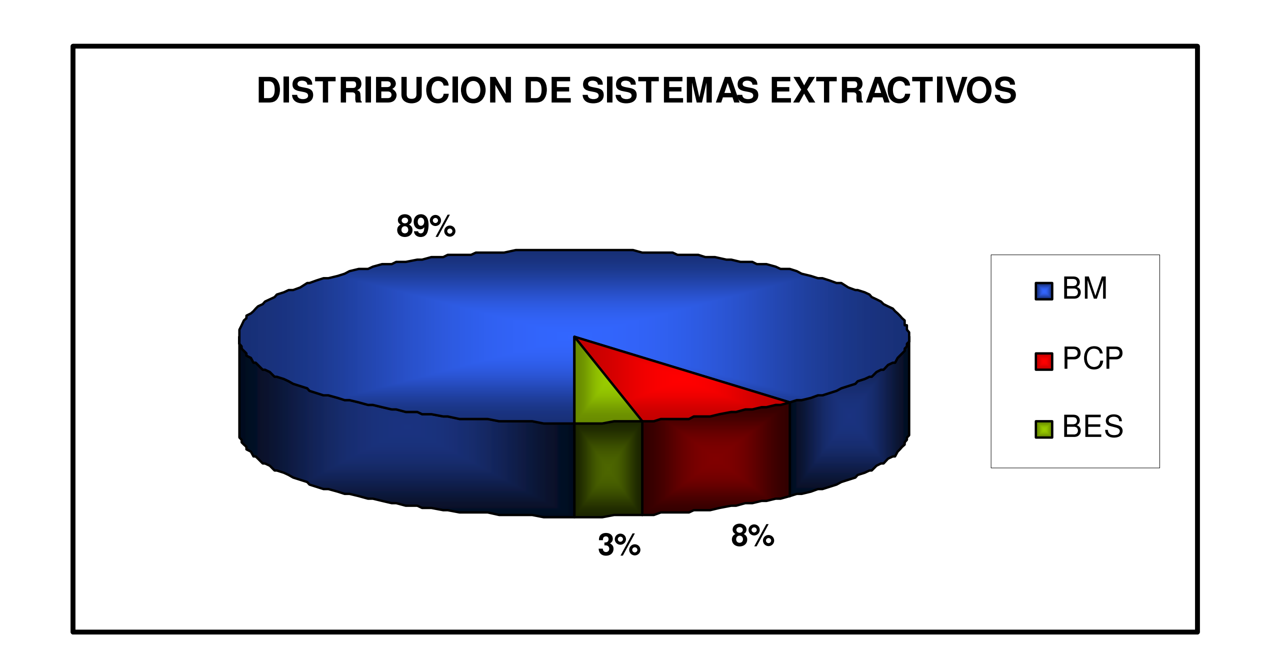
Como resultado, se logró disminuir la clasificación de riesgo de la tarea de Montaje y Cambio de carrera de AIB, gracias a:

- Eliminar el uso de la maza
- Minimizar el trabajo en altura
- Lograr una posición de trabajo mas cómoda
- Disminuir el esfuerzo físico

Adicionalmente, se generó un instructivo de trabajo para operar las nuevas herramientas, con capacitación a todos los operadores de montaje.-

1. Introducción:

El yacimiento esta ubicado en las provincias de La Pampa y Río Negro de la República Argentina con una extensión 62000 hectáreas. Cuenta con aproximadamente 700 pozos productores de petróleo y gas. El 89% de estos pozos tienen aparatos de bombeo mecánico (BM) como sistema extractivo, mientras que el 11% restante se divide entre equipos de bombeo de cavidad progresiva (PCP) y bombeo electrosumergible (BES).-



Las diferentes características del yacimiento, la madurez del mismo, así como la declinación natural de los pozos productores, obliga a realizar en forma permanente rotación de los aparatos de bombeo y cambios de carrera para adecuar el régimen extractivo óptimo.-
Estas dos tareas obligan a desajustar las tuercas de los pernos cónicos y desclavarlos del alojamiento de la manivela, siendo una práctica común en la industria la utilización de llaves de golpe y mazas de gran porte para incrementar la fuerza aplicada (Ver Anexo 2).-



Aunque estos métodos de trabajo son aceptados y avalados por muchas empresas de servicios, e inclusive los propios fabricantes de AIB entregan junto con el equipo, un kit de herramientas que incluye las llaves de golpe, los mismos exponen a los operarios a riesgos de golpes, caídas, posturas incómodas, sobre esfuerzos, etc. Y aún en el caso que no ocurra ningún incidente, maniobrar con una maza de 10 kg en forma repetitiva, produce fatiga prematura y acumulativa de las vértebras y los discos de la columna vertebral del operario.-

2. Características del Proyecto

La recopilación de información asociada a estas tareas en manuales de fabricantes de AIB, instructivos y procedimientos de trabajo, prácticas comunes en otras áreas de la empresa u otras operadoras, da como resultado que las tareas de ajuste y desclave de pernos se realizaba en forma idéntica en todas ellas. Ésto limita la posibilidad de adquirir prácticas seguras de otras fuentes.-

Una complejidad adicional es que el yacimiento tiene mas de 30 años de operación, donde hay instalados AIB´s de más de 10 fabricantes diferentes y algunos de éstos con hasta 6 tamaños o modelos distintos. Esta diversidad, hace aún más compleja la posibilidad de implementar el uso de una única herramienta adaptable a todos los equipos.-

2.1. Forma de operar anterior

2.1.1. Ajuste y desajuste de tuercas del perno cónico

Se deja la manivela en posición vertical y con el perno cónico en la posición inferior. Se frena y bloquea el aparato con la traba de seguridad de la caja reductora. Se coloca una llave de impacto, suministrada por el fabricante del AIB, en la tuerca y mientras un operador sostiene la llave de impacto en su posición, otro golpea repetidamente con la maza de 10 kg, hasta lograr que se afloje y pueda sacarse manualmente la tuerca.-

Cuando se coloca nuevamente la tuerca, una vez que el perno cónico está ubicado en su alojamiento, se lo ajusta de forma análoga.-

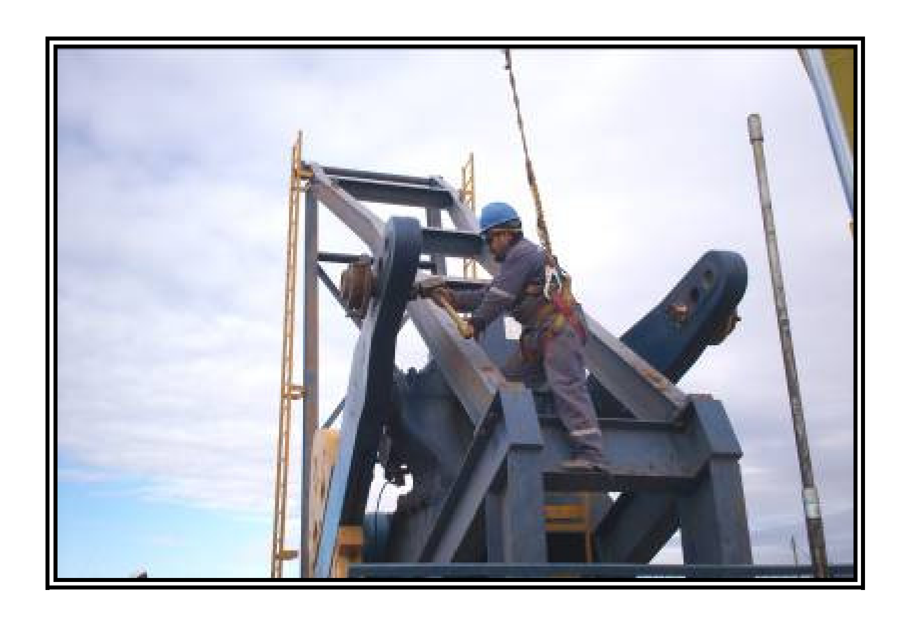


Existen dos criterios para asegurase que la tuerca quede con el ajuste adecuado, tal que origine el pre-tensado necesario para que no se afloje durante el trabajo normal del AIB:

- Uno establece que se debe golpear la llave hasta que la maza “rebote”.-
- El otro indica que el torque óptimo se consigue midiendo el desplazamiento angular de las caras de la tuerca; generalmente y dependiendo del fabricante, dos o tres caras.-

2.1.2. Desclave del perno cónico

Para el desclave del perno cónico se coloca una tuerca ciega y se debe girar la manivela a una posición tal que permita obtener suficiente espacio entre la manivela y la estructura del aparato, y así lograr una carrera de impacto suficiente con la maza. En algunos AIB, esta posición de la manivela para lograr tener espacio, obliga al operador a realizar la tarea en una posición muy insegura, con la maza por encima de su cabeza o parado sobre la caja reductora.-



2.2. Implementación

Durante el año 2006 se realizaron algunas pruebas con un dispositivo de desclave de pernos de características similares al implementado con posterioridad. A mediados del año 2007, se realizan pruebas con un conjunto de herramientas, patentadas por una empresa de servicios, que fueron diseñadas bajo los criterios de:

- Mitigación de riesgos de las tareas de ajuste/desajuste de tuercas y desclave de pernos
- Simplicidad y seguridad de operación
- Robustez adecuada a las características de la tarea
- Trabajo a la intemperie y en condiciones climáticas diversas
- Muy bajo nivel de mantenimiento
- Bajo peso de los dispositivos y accesorios
- Posibilidad de ser transportado en una camioneta tipo pick up
- Paquetizado de las fuentes de energía hidráulica y neumática en un solo dispositivo
- Versatilidad para poder ser adaptado a todas las marcas y modelos de AIB

Las primeras pruebas del dispositivo se realizan durante los meses de setiembre y octubre de 2007. Durante las pruebas se revisan detalles de la operación y se comienzan a construir los adaptadores para todos los tipos de tuercas y pernos. El proyecto se termina de implementar en

diciembre del mismo año con la entrega de estos adaptadores a las cuadrillas de montaje de AIB´s.-

Todo el equipo se monta en una camioneta liviana que asiste a los móviles de montaje de mayor porte.-

2.3. Descripción de partes

El conjunto de herramientas se compone básicamente de 3 dispositivos:

- ***Fuente de energía:*** compuesta por una central hidráulica y un compresor neumático que suministran las energías correspondientes a los dispositivos. La alimentación es de 12 VCC conectada a la batería del vehículo.-
- ***Llave hidromecánica*:** compuesta por una corona dentada de 60 cm de diámetro y un cilindro hidráulico de doble efecto, ambos unidos por una cadena de eslabones, para el ajuste y desajuste de tuercas.
- ***Golpeador neumático:*** compuesto por un cilindro neumático con un émbolo macizo que hace las veces de maza, para el desclave del perno cónico.-



FUENTE DE ENERGIA



LLAVE HIDROMECANICA



GOLPEADOR NEUMATICO

2.4. Descripción de funcionamiento

2.4.1. Ajuste y desajuste de tuercas del perno cónico

Se detiene la manivela dejando el perno en una posición baja. Se frena y bloquea el equipo con la traba de seguridad. Se coloca la corona dentada, cuyo centro tiene un postizo intercambiable con un agujero hexagonal, coincidente con el tamaño de la tuerca del perno. Se ancla el cilindro hidráulico a la estructura del aparato y se vincula el vástago con la corona, a través de una cadena de eslabones. Finalmente, se conectan las mangueras del cilindro a la fuente de energía, se enciende la misma y simplemente accionando un pulsador, se retrae el vástago del cilindro hidráulico que tracciona la cadena y provoca el giro del conjunto corona-tuerca. El ajuste se realiza en forma análoga.-

Con una presión de aproximadamente 65 bar en circuito hidráulico, se logran valores de torque cercanos a 980 kgm, suficientes para lograr un ajuste equivalente a los recomendados por los fabricantes y descriptos más arriba. Aplicando un factor de conversión de 15, se puede traducir la presión en Bar leída en el manómetro de la central hidráulica, al torque real aplicado a la tuerca en Kgm.-

En aquellos aparatos donde por la forma de la manivela no es posible colocar la corona dentada, se han desarrollado dispositivos de adaptación en la llave de golpe para poder anclar la cadena de tracción. Adicionalmente, y como se describe mas arriba, la corona dentada tiene

un centro postizo intercambiable que permite adaptar la corona a todos los tipos y tamaños de tuercas disponibles.-





2.4.2. Desclave del perno cónico

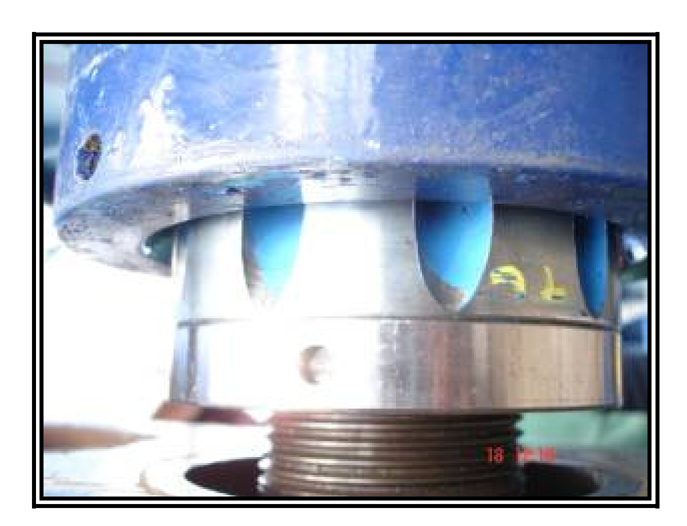
El uso de cilindro neumático para desclavar el perno cónico se hace necesario solo en los casos en donde el mismo no pueda ser removido de su alojamiento con un simple golpe suave. El excesivo apriete y sin precisión que provoca el ajuste con llave de golpe y maza, es en muchos casos la causa de que el perno se clave y sea luego difícil de desmontar.-

Una vez removida la tuerca se instala el golpeador neumático con un anillo de acople roscado y se ajusta a mano con una llave especialmente diseñada. Luego se conecta la manguera neumática a la fuente de energía y una vez que el compresor de aire alcanza la presión de 20 Kg/cm2, se procede a abrir manualmente la válvula esférica de disparo rápido del cilindro. El émbolo impacta a muy alta velocidad en la punta del perno cónico y en no más de uno o dos impactos lo desclava. Teniendo en cuenta las dimensiones del cilindro y la presión aplicada, la fuerza de impacto generada es aproximadamente de 3600 kg.-

La trayectoria del émbolo-maza está exactamente alineada con el eje del perno cónico por lo que el 100% de la energía del impacto produce la acción buscada de desclavar. En el caso del uso de la maza manejada por un operario, normalmente la trayectoria de los impactos no coinciden con el eje del perno y ni siquiera se aplican todos en el centro de la tuerca ciega utilizada. La fuerza de impacto se descompone en esfuerzos paralelos y perpendiculares al eje

del perno. Esto significa energía perdida y lo que es aún peor, impactos ineficientes aplicados reiteradamente que dañan el equipo.-

Como puede verse en las fotos mas abajo, se diseñaron distintos acoples roscados, para permitir la versatilidad del dispositivo en cualquier tipo de perno.-





3. Resultados alcanzados

3.1. Seguridad

- Mitigación de los riesgos asociados a las tareas de Montaje de AIB y Cambio de carrera, gracias a eliminar el uso de la maza y el trabajo en altura.-
- Disminución del nivel de riesgo de la tarea en los IPER de la contratista de MEDIO a BAJO (Ver anexo 3).-
- Disminución del esfuerzo físico de las cuadrillas de montaje. Esto se reflejó en la reducción a un tercio de días perdidos por dolencias físicas.-
- Promoción de una cultura de seguridad orientada a la prevención y control de riesgos.-

3.2. Operacionales

- Mejora en el método de trabajo, gracias a poder controlar el torque de apriete de las tuercas.-
- Cuidado de los equipos. Al aplicar fuerzas graduales y direccionadas, que no dañan el AIB, en comparación con las cargas impacto de la maza.-
- Mejora en los tiempos de trabajo y reducción de maniobras, gracias a poder realizar el desajuste y desclave del perno con la manivela en una única posición.-

3.3. Económicos

- Disminución de tiempos de down time de producción y retrabajos, por autonomía de las cuadrillas de montaje, gracias a tener la herramienta disponible permanentemente en un vehículo sin depender de otras cuadrillas o la contratación externa del servicio de desclave.-
- Reducción de los costos asociados a desclaves de pernos con contratación de servicios externos. De valores cercanos a 850 u$s por intervención a menos de 40 u$s por intervención.-

4. Conclusiones

El proyecto quedó implementado en diciembre del 2007 con la entrega de todos los dispositivos adaptadores.-

Complementariamente al uso de estas herramientas, en la actualidad se utilizan pistolas neumáticas con encastre de ¾" para tubos, en todas las tuercas del equipo.-

La empresa quien diseñó y construyó las herramientas, firmó un contrato anual para prestar el servicio en el yacimiento.-

La verificación de efectividad del proyecto se concluye con la no repetición de accidentes de características similares, la disminución a un tercio de los días perdidos por dolencias relacionadas a la columna vertebral y el grado de adhesión al uso de estas herramientas de los operarios de montaje.-

Si bien el objetivo principal que motivo la implementación de este proyecto fue el de mitigar los riesgos asociados a las tareas de cambios de carrera y montaje de AIB, a consecuencia de esta mejora se redujeron los costos directos e indirectos de estas actividades.-

5. Anexo

Anexo 1: Resumen de Accidente denunciado



Clasificación: Accidente personal

Severidad: Clase 3

Lugar: RN 1495 Cuadrilla de montaje de AIB

Fecha: 07/05/06 a las 11:30 hs.



Circunstancias: El operador se encontraba apretando la tuerca del perno de biela con maza y llave de golpe, y producto de la incomodidad de la maniobra, el operario realiza un golpe erróneo, lo que desafortunadamente le provoca una lesión en su dedo índice izquierdo, producto del aprisionamiento del cabo de la maza con el cuadrante de la llave.

Consecuencia:
Fractura de 3° falange de dedo índice izquierdo sin desplazamiento óseo..

Causas:

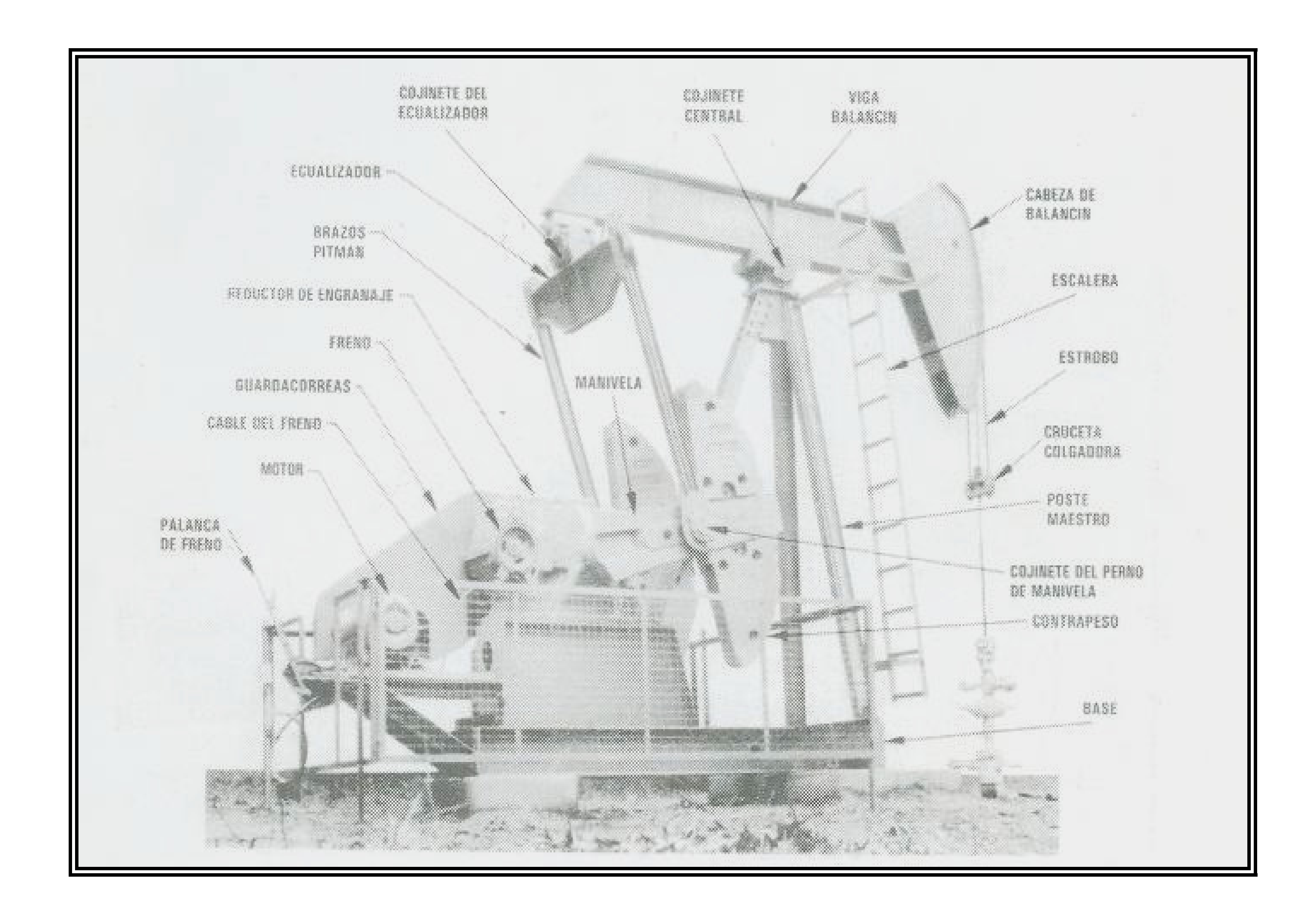
- Golpe contra objeto.
- Falta de habilidad para detectar los riesgos presentes en la tarea.
- Fatiga prematura al realizar la tarea, producto de la utilización de técnicas ergonómicamente inadecuadas y herramientas pesadas.

Acciones correctivas inmediatas:

- Revisión de IPER de acuerdo a PG-MASC-016.
- Analizar / implementar nuevas tecnologías para la realización de la tarea.
- Homologar procedimientos de montaje y desmontaje de AIB.
- Realizar difusión del accidente al resto de las áreas.

1

Anexo 2: Descripción de partes de un Aparato Individual de Bombeo (AIB)



Anexo 3: IPER de la tarea CAMBIO DE CARRERA

Pre Implementación

TAREA	PELIGROS	GRAVEDAD				PROBABILIDAD				NIVEL DE RIESGO	Formas de Control a implementar/implementado
		Leve	Moderada	Grave	Catastrófica	Excepcional	Baja	Media	Alta		
CAMBIO DE CARRERA	14. Caída a distinto nivel de personas			X			X			Riesgo Medio	Confección de AST/ Uso de los EPP, Casco, guantes, lentes de seguridad, calzado de seguridad.
	16. Caída al mismo nivel de personas			X			X			Riesgo Medio	Confección de AST/ mantener el orden y limpieza en los sectores de trabajo
	20. Colapso de máquinas/ equipos			X			X			Riesgo Medio	Certificaciones de Hidrogruas y Gruas por el BUREAU VERITAS / TUV / Inspecciones mensuales de equipos
	42. Factores climáticos adversos		X				X			Riesgo Medio	Confección de AST/ Uso de los EPP / Consideraciones generales de seguridad
	44. Golpe contra objetos inmóviles		X				X			Riesgo Medio	Confección de AST. Uso de herramientas manuales y mecánicas, uso de EPP (casco, lentes de seguridad, guantes, ropa reflectiva, calzado de seguridad) Capacitacion en protección de manos. Inspección mensual de herramientas
	59. Posturas forzadas	X						X		Riesgo Bajo	Confección de AST. Levantamiento manual de cargas (posturas ergonómicas)
	61. Resbalones, tropiezos,…		X					X		Riesgo Bajo	Confección de AST- Mantener en orden y limpieza el sector de trabajo
	66. Sobreesfuerzos	X					X			Riesgo Bajo	Confección AST-Capacitación en levantamiento manual de cargas y posturas ergonómicas. Uso de EPP (casco, guantes, antiparras y ropa reflectiva)

Post Implementación

TAREA	PELIGROS	GRAVEDAD				PROBABILIDAD				NIVEL DE RIESGO	Formas de Control a implementar/implementado
		Leve	Moderada	Grave	Catastrófica	Excepcional	Baja	Media	Alta		
CAMBIO DE CARRERA	14. Caída a distinto nivel de personas	X					X			Riesgo Bajo	Confección de AST/ Uso de los EPP, Casco, guantes, lentes de seguridad, calzado de seguridad. Uso de herramientas especiales para realizar ajuste/desajuste de tuercas y desclave de perno
	16. Caída al mismo nivel de personas	X					X			Riesgo Bajo	Confección de AST/ mantener el orden y limpieza en los sectores de trabajo
	20. Colapso de máquinas/ equipos			X			X			Riesgo Medio	Certificaciones de Hidrogruas y Gruas por el BUREAU VERITAS / TUV / Inspecciones mensuales de equipos
	42. Factores climáticos adversos		X				X			Riesgo Medio	Confección de AST/ Uso de los EPP / Consideraciones generales de seguridad
	44. Golpe contra objetos inmóviles	X					X			Riesgo Bajo	Confección de AST. Uso de herramientas manuales y mecánicas, uso de EPP (casco, lentes de seguridad, guantes, ropa reflectiva, calzado de seguridad) Capacitacion en protección de manos. Inspección mensual de herramientas
	59. Posturas forzadas	X					X			Riesgo Bajo	Confección de AST. Levantamiento manual de cargas (posturas ergonómicas)
	61. Resbalones, tropiezos,…	X					X			Riesgo Bajo	Confección de AST- Mantener en orden y limpieza el sector de trabajo
	66. Sobreesfuerzos	X					X			Riesgo Bajo	Confección AST-Capacitación en levantamiento manual de cargas y posturas ergonómicas. Uso de EPP (casco, guantes, antiparras y ropa reflectiva)

6. Glosario

AIB: Aparato Individual de Bombeo: Es el equipo instalado en superficie sobre un pozo petrolífero cuyo objetivo es convertir el movimiento rotativo de un motor a explosión o eléctrico, en lineal alternativo y transmitirlo a través de una sarta de varillas de acero a la bomba mecánica instalada en profundidad, posibilitando el trabajo de la misma que consiste en elevar y enviar el petróleo producido por el pozo hasta las baterías de tanques.-

Desclave de perno: Es la acción de retirar el perno cónico del alojamiento de la manivela. Se realiza tanto para cambiar la carrera del aparato como para desmontar el equipo completo.-

Cambio de carrera: Es la tarea que tiene por objeto modificar el recorrido de la sarta de varillas y por lo tanto del pistón de la bomba de profundidad. Se aumenta el recorrido a fin de aumentar el volumen en cada carrera para extraer más líquido del pozo y viceversa.-

IPER: Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos: Proceso mediante el cual se detallan los riesgos de cada tarea, se valora su nivel de riesgo (probabilidad y gravedad) y las formas de control correspondientes.-

7. Fuentes consultadas

- SADE – DGN.MPI.SP.09.03 "MONTAJE DE APARATOS INDIVIDUALES DE BOMBEO LUFKIN 640 Y SIMILARES"
- LUFKIN – "MANUAL DE INSTALACION CU-96"
- SKANSKA - SK.CSMA-E31 "MONTAJE DE APARATOS INDIVIDUALES DE BOMBEO"
- PECOM / LUFKIN - "PROCEDIMIENTO DE MONTAJE DE APARATOS INDIVIDUALES DE BOMBEO"
- SIAM S.A. - "MANUAL DE MONTAJE DE APARATOS INDIVIDUALES DE BOMBEO"
- Kurt Gieck – "MANUAL DE FORMULAS TECNICAS" - 19ª edición
- DEL PLATA INGENIERIA – "MEMORIA DESCRIPTIVA STAIB" – Ing. Diógenes Stochetti
- PESA - ISOFORM – "INVESTIGACION DE ACCIDENTES PERSONALES" - Ref MEJACO 79